

## К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦВЕТА РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

Б.М. Рыбин<sup>1</sup>, И.А. Завражнова<sup>1</sup>, Д.Б. Рыбин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

<sup>2</sup> ООО «Тимберланд»,

141865, Московская область, Дмитровский район, рабочий поселок Некрасовский, Северная улица, 10

rybin@mgul.ac.ru

Цвет древесины — одна из декоративных характеристик качества ее поверхности, учитываемая при диагностике пород. Количественная оценка цвета осуществляется по цветовому тону, чистоте цвета и светлоте. Цветовой тон характеризуется длиной волны отраженного светового потока. Чистота цвета, или насыщенность, характеризуется смещением спектрального цвета с белым. Чистоту цвета как физический показатель можно выразить через отношение количества хроматического цвета к общему количеству света, отражаемого от поверхности. Светлота характеризуется коэффициентом отражения. Цветовые характеристики древесины некоторых пород были определены ранее, однако в распоряжении исследователей на тот момент был ограниченный круг древесных пород. С помощью атласа цветов, разработанного Е.Б. Рабкиным, были определены цветовые характеристики 160 пород древесины. Исследуемые породы древесины произрастали на различных территориях и в различных климатических зонах. С помощью фотоэлектрического блескомера ФБ-2 определяли показатели белизны. Эта приборная характеристика по своей сути приближается к оценочному показателю светлоты, определяемому по атласу цветов. Исследования пород древесины показали, что все показатели, за исключением цветового тона, имеют значительную изменчивость. Цветовой тон всех исследуемых пород древесины независимо от территории произрастания соответствует оранжево-желтому (ближе к желтому) участку спектра. В статье приводится объяснение данного факта. Установлена корреляционная связь между светлотой, определяемой по атласу цветов, и белизной, определяемой по фотоэлектрическому блескомеру. Уравнения прямых с высоким коэффициентом корреляции получены для образцов древесины, произрастающих на территории Российской Федерации, Америки, Африки, Азии. Графики позволяют сделать вывод о воздействии видимых солнечных лучей на формирование древесной массы дерева, а одновременно и на формирование цвета древесины. Результаты работы могут быть использованы в фундаментальных исследованиях древесины как природного материала с присущим ему признаком цвета.

**Ключевые слова:** цветовой тон древесины, светлота, насыщенность, белизна

**Ссылка для цитирования:** Рыбин Б.М., Завражнова И.А., Рыбин Д.Б. К вопросу определения цвета различных пород древесины // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. Т. 21. № 2. С. 55–60. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-2-55-60

Цвет древесины характеризует ее внешний вид, определяет декоративные качества ее поверхности и учитывается при диагностике пород.

Для количественной характеристики цвета необходимо определить цветовой тон, чистоту цвета и светлоту [1]. Цветовой тон характеризуется длиной волны  $\lambda$  спектрального состава отраженного светового потока. Чистота цвета  $P$  характеризуется смещением спектрального цвета с белым, что приводит к уменьшению его насыщенности. Если оценить чистоту цвета как физический показатель, то это отношение количества хроматического цвета, свойственного данному материалу, к общему количеству отражаемого им света. Светлота  $\rho$  определяется коэффициентом отражения, т. е. отношением количества отраженного светового потока к падающему.

Цветовые характеристики древесины некоторых пород были определены Б.М. Уголевым [2]. В его распоряжении на тот момент был ограниченный круг древесных пород (в основном отечественных).

Цель данной работы — определение цвета пород древесины, произрастающих в различных климатических зонах.

### Материалы и методы

Для определения цветовых характеристик различных пород древесины использовали атлас цветов, разработанный проф. Е.Б. Рабкиным [3]. Основой данного атласа цветов служит модель «цветового тела», имеющего форму двойного кругового конуса. Горизонтальная ось конуса является ахроматической осью тела и состоит из ряда ахроматических полей. Каждое сечение конуса, перпендикулярное его ахроматической оси, представляет собой равнотелотный цветовой круг, в котором в полярной системе координат отложены: по окружности — цветовые тона, по радиусу-вектору — насыщенность цвета. Радиальные сечения конического светового тела представляют собой таблицы, где по горизонтали справа налево отложена светлота, а по вертикальной оси, снизу вверх — насыщенность цвета. Поле, лежащее в вершине треугольника, обладает максимальной насыщенностью. Опре-

Т а б л и ц а 1

**Максимальные и минимальные значения показателей, характеризующих цвет древесины для пород, произрастающих на различных территориях**

**Maximum and minimum values of indicators characterizing the wood color for species growing on different territories**

Территория произрастания	Количество исследуемых образцов	Характеристики цвета						Белизна по ФБ-2, усл. ед.	
		Длина волны, Нм		Насыщенность, %		Светлота, %		max	min
		max	min	max	min	max	min		
Российская Федерация	41	596	580	57	25	59	10	66	16
Америка	29	597	583	57	21	49	10	68	16
Африка	70	597	577	62	22	69	10	65	15
Азия	20	597	583	48	16	48	12	56	19

Т а б л и ц а 2

**Отклонение максимальных и минимальных значений показателей цвета древесины от среднего значения для пород, произрастающих на различных территориях, %**

**The deviation of the maximum and minimum values of wood color indicators from the mean value for species growing on different territories, %**

Территория произрастания	Длина волны		Насыщенность		Светлота		Белизна	
	max	min	max	min	max	min	max	min
Российская Федерация	+1,18	-1,52	+46,15	-35,89	+90,32	-67,74	+78,37	-56,75
Америка	+1,35	-1,01	+46,15	-46,15	+58,06	-67,74	+83,78	-56,75
Африка	+1,35	-2,03	+58,97	-43,58	+122,58	-67,74	+75,67	-59,45
Азия	+1,35	-1,01	+23,07	-58,97	+54,83	-61,29	+51,35	-48,64

деление цветовых характеристик по атласу цветов осуществляется визуально.

С помощью фотоэлектрического блескомера ФБ-2 определяли показатель белизны  $R_n$ , который позволяет оценить количественно отражательные свойства исследуемых поверхностей пород древесины. Эта приборная характеристика по своей сути приближается к оценочному показателю светлоты, определяемому по атласу цветов.

Показатель белизны характеризует диффузное отражение света и используется в оценке белых поверхностей. Иногда его называют также термином «альbedo», который происходит от латинского прилагательного *albus* — «белый» и может быть переведен словом «белизна» [4].

Нами исследовались цветовые характеристики пород древесины, произрастающих на территории Российской Федерации, Америки, Африки, Азии. Исследуемые породы древесины составляют коллекцию образцов кафедры древесиноведения и технологии деревообработки Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана.

## Результаты и обсуждения

В табл. 1 приведены максимальные и минимальные значения показателей, характеризую-

щих цвет для пород древесины, произрастающих на различных территориях. Приведенные данные позволяют говорить о незначительной изменчивости цвета по длине видимого излучения. Так, изменение этого показателя по всем представленным образцам находится в интервале 577...597 нм, что соответствует оранжево-желтому (ближе к желтому) участку видимых лучей спектра. Изменчивость других показателей более существенна: показатель насыщенности цвета изменяется в пределах 16...62 %, светлота — 10...69 %, белизна по ФБ-2 — 16...68 единиц.

В табл. 2 приведены отклонения максимальных и минимальных значений показателей цвета древесины от среднего значения для пород, произрастающих на различных территориях. Приведенные данные подчеркивают незначительную изменчивость цветового тона, оцениваемого по длине волны отраженного видимого излучения. Отклонения от среднего значения составляют для этого показателя чуть более 2 %. Другие показатели, характеризующие цвет древесины, имеют значительные отклонения от среднего значения.

Из приведенных показателей насыщенности и светлоты по атласу цветов только последний предположительно должен иметь связь с показа-

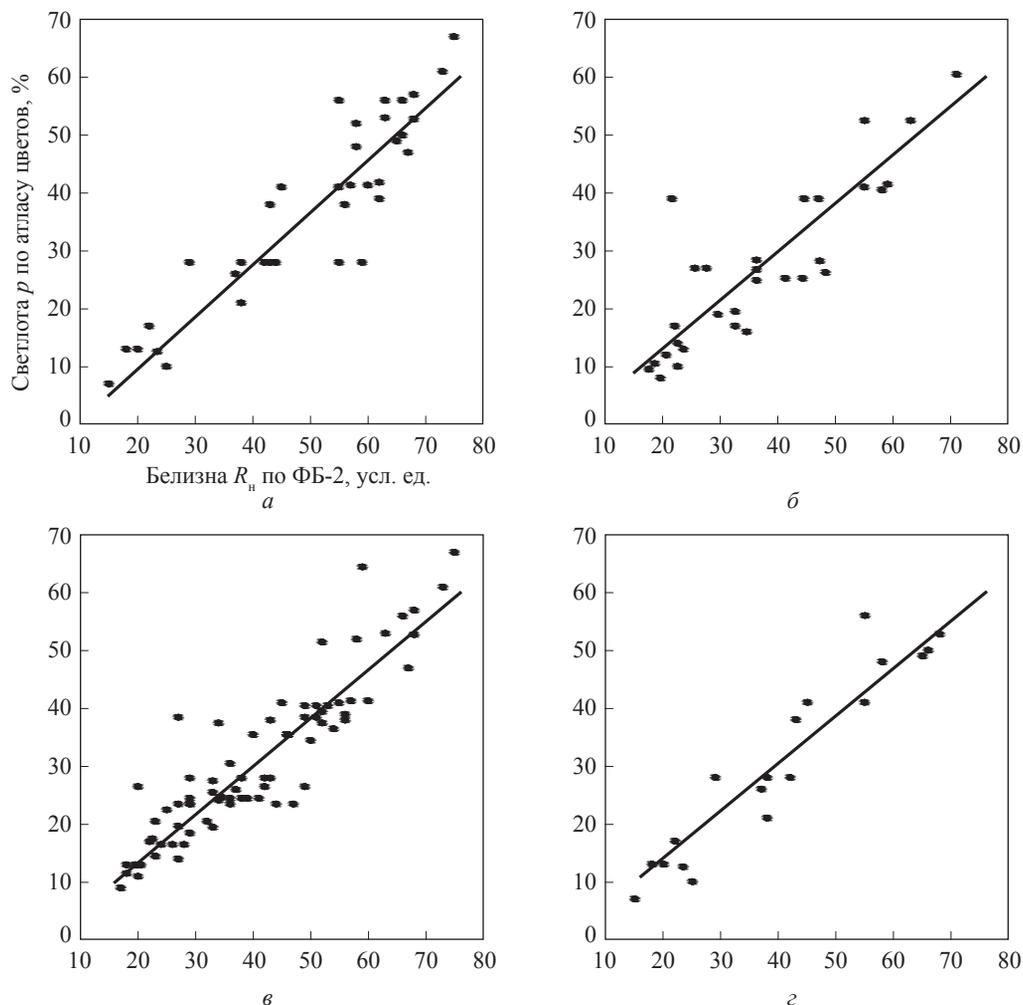


Рис. 1. Зависимость светлоты по атласу цветов от белизны по ФБ-2 поверхностей пород древесины, произрастающих: *а* — Российской Федерации; *б* — Америке; *в* — Африке; *г* — Азии

Fig. 1. Dependence of wood lightness according to the colour atlas on the FB-2 whiteness of the surfaces of wood species growing in: *a* — the Russian Federation; *b* — America; *c* — in Africa; *d* — Asia

телем белизны по ФБ-2. Они достаточно схожи, так как оценивают одну и ту же характеристику — общую отражательную способность исследуемой поверхности. Для определения взаимосвязи этих показателей были определены коэффициенты корреляции по каждой выборке образцов, приходящихся на территорию произрастания пород древесины. Результаты приведены на рис. 1. Как видно из графиков и приведенных уравнений, между светлотой и показателем белизны наблюдается связь, выражаемая уравнением прямой. Коэффициенты корреляции  $r$  по всем зависимостям имеют значения, близкие к единице, что указывает на теснейшую связь между этими показателями [5].

Углы наклона прямых на графиках для образцов Африки, Азии и Российской Федерации составляют соответственно  $41^{\circ}40'$ ,  $46^{\circ}7'$  и  $43^{\circ}32'$ , т. е. они примерно одинаковы. Отличается от них только зависимость, полученная

для образцов Америки: угол наклона прямой составляет  $36^{\circ}30'$ .

На рис. 1 помимо приведенных прямых линий нанесены точки, соответствующие фактическим значениям светлоты  $\rho$  и белизны  $R_n$  для изучаемых пород древесины. Это позволило сделать некоторые преобразования для представления полученных данных в полярных координатах [6], где радиус-вектор  $R$  является гипотенузой катетов соответственно светлоты и белизны поверхности древесины для определенного образца, а угол  $\alpha$  суть значения  $\arctg \rho/R_n$ . На рис. 2 представлены зависимости светлоты от белизны поверхности древесины в полярных координатах. Секторами определены зоны показателей светлоты-белизны образцов по территориям произрастания пород древесины. Максимальные и минимальные значения по каждому сектору характеризуют значение радиуса в полярных координатах, т. е. соответству-

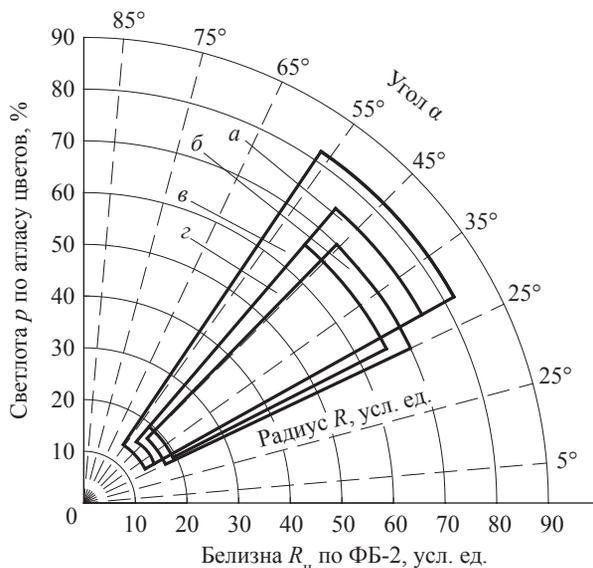


Рис. 2. Зависимость области определения светлоты поверхности по атласу цветов от белизны по ФБ-2 в полярных координатах для пород, древесины произрастающих: *a* — Российской Федерации; *б* — Америке; *в* — Африке; *г* — Азии

Fig. 2. Areas of determining the lightness of the surface according to the colour atlas from whiteness according to FB-2 in the polar coordinates of the wood species growing in: *a* — the Russian Federation; *b* — America; *c* — Africa; *d* — Asia

ют светлоте и белизне, приходящейся на фактическое значение этих показателей для образцов. Минимальные значения радиуса для всех секторов различаются незначительно и находятся в пределах 15–20 усл. ед. Максимальное значение радиуса приходится на сектор образцов, произрастающих на территории Африки, составляет более 80 усл. ед. Последующие секторы имеют максимальные значения радиуса для образцов пород древесины, произрастающих на территории: Российской Федерации — 75 усл. ед., Америки — 70 усл. ед. и Азии — 65 усл. ед. По угловой характеристике (угол  $\alpha$ ) секторы находятся в диапазоне от 25 до 57°, что составляет область значений в 32°. При этом наблюдается общая для всех образцов пород древесины, произрастающих на различных территориях, область, представляющая сектор от 30 до 50°. Это позволяет сделать вывод об одинаковой изменчивости показателей светлоты-белизны для образцов пород древесины, произрастающих на различных территориях.

### Выводы

Как было отмечено, на исследуемых поверхностях образцов различных пород древесины цветовой тон изменяется незначительно. С учетом этого факта и данных об изменчивости отражательной характеристики поверхностей пород древесины можно предположить, что цветовые характеристики древесины не зависят от климатической зоны произрастания дерева.

В основе образования древесинного вещества как строительного материала дерева лежит процесс фотосинтеза. Солнечный луч улавливается хлорофиллом, затем следует длинная цепочка реакций и в результате образуются сложные органические соединения [7]. Продуктом фотосинтеза является простейший углевод — моносахарид, путем дальнейших реакций он превращается в более сложные вещества, одно из которых — целлюлоза древесины. С помощью метода меченых атомов установлено, что помимо синтеза разнообразных веществ в целлюлозе происходит накопление достаточно большого количества энергии, более 300 кДж/моль [8, 9]. Такая энергетическая характеристика соответствует фиолетовой области видимых лучей. Передача этой накопленной энергии осуществляется хлорофиллом. Она расходуется строго по назначению и поглощается растущей тканью дерева — целлюлозой.

Известно, что если вещество поглощает лучи сине-фиолетовой области спектра (энергия этих лучей при фотосинтезе составляет примерно 300 кДж/моль), то это вещество будет отражать желтую область лучей видимого спектра [10, 11]. Это согласуется с результатами исследования: образцы пород древесины, произрастающих на различных территориях, характеризуются оранжево-желтым (ближе к желтому) цветом, следовательно, в растущем дереве поглощение энергии видимых лучей света формирует древесинное вещество желтого цвета (что и было получено в исследовании).

Цветовой тон древесины различных пород, произрастающих в Российской Федерации, Америки, Африки, Азии, изменяется незначительно и находятся в оранжево-желтой (ближе к желтой) области видимых лучей света. Можно предположить, что цветовой тон древесины не зависит от климатической зоны произрастания дерева.

Получена прямолинейная зависимость между показателем светлоты и белизны древесины. Изменчивость этих характеристик, представленная в полярных координатах, показала, что для всех образцов, независимо от территории произрастания, значения их находятся в одной области. Это позволяет говорить об одинаковой изменчивости светлоты и белизны древесины для пород, произрастающих на различных территориях.

### Список литературы

- [1] Лазарев Д.Н. Международный светотехнический словарь. М.: Русский язык, 1979. 276 с.
- [2] Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения: учебник для вузов. М.: Лесная пром-сть, 1986. 368 с.
- [3] Рабкин Е.Б. Атлас цветов. М.: Медгид, 1956. 42 с.
- [4] Шаронов В.В. Свет и цвет. М.: Физматгиз, 1961. 311 с.
- [5] Леонтьев Н.Л. Техника статических вычислений. М.: Лесная пром-сть, 1966. 246 с.
- [6] Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. М.: Наука, 1986. 544 с.
- [7] Кононов Г.Н. Химия древесины и ее основных компонентов: учебное пособие. М.: МГУЛ, 1999. 247 с.
- [8] Шульпин Г.Б. Химия для всех (основные понятия и простейшие опыты). М.: Знание, 1987. 144 с.
- [9] Фейнман Р. КЭД — странная теория света и вещества / пер. с англ. О.Л. Тиходеевой, С.Г. Тиходиева. М.: Наука, 1988. 144 с.
- [10] Фадеев Г.Н. Химия и цвет: Книга для внеклассного чтения. М.: Просвещение, 1983. 160 с.
- [11] Брилл Т. Свет. Воздействие на произведения искусства / пер. с англ. И.В. Пановой, Б.Д. Рыжикова, Н.Р. Сенагоровой; под ред. Л.В. Левшина. М.: Мир, 1983. 307 с.

### Сведения об авторах

**Рыбин Борис Матвеевич** — д-р техн. наук, профессор кафедры древесиноведения и технологии деревообработки МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), e-mail: rybin@mgul.ac.ru

**Завражнова Ирина Анатольевна** — старший преподаватель кафедры древесиноведения и технологии деревообработки МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), e-mail: zavrazhnova@mgul.ac.ru

**Рыбин Дмитрий Борисович** — технолог ООО «Тимберланд», e-mail: wshsd@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 15.03.2017 г.

## THE PROBLEM OF DETERMINING THE COLOUR OF VARIOUS WOOD SPECIES

**V.M. Rybin<sup>1</sup>, I.A. Zavrazhnova<sup>1</sup>, D.B. Rybin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>BMSTU (Mytishchi branch), 1 st. Institutskaya, 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

<sup>2</sup>Technologist of limited opportunity society «Timberland»,

141865, Moscow region, Dmitrovsky district, working settlement Nekrasovsky, Severnaya street, 10

rybin@mgul.ac.ru

The colour of the wood is one of the ornamental characteristics of its surface quality which is taken into consideration in the diagnosis of wood species. The quantification of wood colour is carried out on the colour tone, brightness and the colour purity. Colour tone is characterized by a wavelength of the reflected light flux. The purity of the colour or intensity is characterized by mixing the spectral colours with white. The purity of the colour as a physical index can be determined by the ratio of the chromatic colour to the total amount of light reflected from the surface. Lightness is determined by the reflectance index. The wood colour characteristics of some species have been identified by the researchers before, but at the time there was a limited number of tree species available for them. To determine the colour characteristics of 160 wood species they used the colour atlas developed by prof. E.B. Rubkin. The wood species studied grew in different regions and in different climatic zones. In addition to the colour atlas the researchers used the PG-2 photoelectric gloss meter. This meter allowed to determine the index of whiteness. The latter is inherently closer to a value of lightness which is determined by the colour atlas. The studies of wood species showed that except for the colour of tone, the other indicators have a considerable variability. The colour tone of the tested timber corresponds to the orange-yellow (closer to yellow) part of the spectrum. The work gives an important place to the coherent reasoning of this result. There has been made a conjectural conclusion which

explains the yellow surface of the wood species growing on the different territories. The correlation of lightness determined by the colour atlas and the whiteness measured with the photoelectric gloss meter has been found. The straight line equations with a high correlation coefficient have been obtained for wood samples of species growing in the Russian Federation, in the North and South America, in Africa and in Asia. The results obtained in polar coordinates give a clear representation of explaining the nature of wood colour when the trees under study grow in different climatic zones. The charts practically superimpose on one another, and this fact enables us to make the conclusion about the quantum electron theory of electromagnetic waves of visible sunlight which influence the process of wood growth and, thus, effect the formation of wood colour. The results can be used in basic research of wood as a natural material with inherent colour characteristics.

**Keywords:** wood hue, lightness, colour purity (value), whiteness.

**Suggested citation:** Rybin B.M., Zavrzhnova I.A., Rybin D.B. *K voprosu opredeleniya tsveta razlichnykh porod drevesiny* [The problem of determining the colour of various wood species]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2017, vol. 21, no. 2, pp. 55–60. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-2-55-60

## References

- [1] *Mezhdunarodnyy svetotekhnicheskiy slovar'* [International Lighting Technical Dictionary. Third edition]. Moscow: Russkiy yazyk Publ., 1979, 276 p. (in Russian)
- [2] Ugolev B.N. *Drevesinovedenie s osnovami lesnogo tovarovedeniya* [Wood Science with the Basics of Forest Goods Science]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' Publ., 1986, 368 p. (in Russian)
- [3] Rabkin E.B. *Atlas tsvetov* [Atlas of Colors]. Moscow: Medgid Publ., 1956, 42 p. (in Russian)
- [4] Sharonov V.V. *Svet i Tsvet* [Light and Color]. Moscow: Gosudarstvennoe izdatel'stvo fiziko-matematicheskoy literatury Publ., 1961, 311 p. (in Russian)
- [5] Leont'ev N.L. *Tekhnika staticheskikh vychisleniy* [Static computing technique]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' Publ., 1966, 246 p. (in Russian)
- [6] Bronshteyn I.N. *Spravochnik po matematike dlya inzhenerov i uchashchikhsya vuzov* [A handbook on mathematics for engineers and university students]. Moscow: Nauka Publ., 1986, 544 p. (in Russian)
- [7] Kononov G.N. *Khimiya drevesiny i ee osnovnykh komponentov* [Chemistry of wood and its main components]. Moscow: MGUL Publ., 1999, 247 p. (in Russian)
- [8] Shul'pin G.B. *Khimiya dlya vseh (Osnovnye ponyatiya i prosteyshie opyty)* [Chemistry for all (Basic concepts and simplest experiments)]. Moscow: Znanie Publ., 1987, 144 p. (in Russian)
- [9] Feynman R. *KED - strannaya teoriya sveta i veshchestva* [QED is a strange theory of light and matter]. Moscow: Nauka Publ., 1988, 144 p. (in Russian)
- [10] Fadeev G.N. *Khimiya i tsvet* [Chemistry and color]. Moscow: Prosveshchenie Publ., 1983, 160 p. (in Russian)
- [11] Brill T. *Svet: vozdeystvie na proizvedeniya iskusstva* [Light: Effects on works of art]. Moscow: Mir Publ., 1983, 307 p. (in Russian)

## Author's information

**Rybin Boris Matveevich** — Dr. Sci. (Tech.), Prof. Department of Wood-and Wood Technology BMSTU (Mytishchi branch), e-mail: rybin@mgul.ac.ru

**Zavrzhnova Irina Anatol'evna** — Senior Lecturer Department of Wood-and Wood Technology, BMSTU (Mytishchi branch), e-mail: zavrzhnova@mgul.ac.ru

**Rybin Dmitriy Borisovich** — Technologist of limited opportunity society «Timberland», e-mail: wmmid@yandex.ru

Received 15.03.2017